



IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

IN RE APPLICATION OF: Kazuyuki MITSUOKA, et al.

GAU:

SERIAL NO: 10/810,633

EXAMINER:

FILED: March 29, 2004

FOR: ELECTRON BEAM PROCESSING METHOD AND APPARATUS

REQUEST FOR PRIORITY

COMMISSIONER FOR PATENTS  
ALEXANDRIA, VIRGINIA 22313

SIR:

- ☐ Full benefit of the filing date of U.S. Application Serial Number , filed , is claimed pursuant to the provisions of 35 U.S.C. §120.
- ☐ Full benefit of the filing date(s) of U.S. Provisional Application(s) is claimed pursuant to the provisions of 35 U.S.C. §119(e): Application No. Date Filed
- ☒ Applicants claim any right to priority from any earlier filed applications to which they may be entitled pursuant to the provisions of 35 U.S.C. §119, as noted below.

In the matter of the above-identified application for patent, notice is hereby given that the applicants claim as priority:

<u>COUNTRY</u>	<u>APPLICATION NUMBER</u>	<u>MONTH/DAY/YEAR</u>
JAPAN	2003-091878	March 28, 2003

Certified copies of the corresponding Convention Application(s)

- ☒ are submitted herewith
- ☐ will be submitted prior to payment of the Final Fee
- ☐ were filed in prior application Serial No. filed
- ☐ were submitted to the International Bureau in PCT Application Number  
Receipt of the certified copies by the International Bureau in a timely manner under PCT Rule 17.1(a) has been acknowledged as evidenced by the attached PCT/IB/304.
- ☐ (A) Application Serial No.(s) were filed in prior application Serial No. filed ; and
- ☐ (B) Application Serial No.(s)
- ☐ are submitted herewith
- ☐ will be submitted prior to payment of the Final Fee

Respectfully Submitted,

OBLON, SPIVAK, McCLELLAND,  
MAIER & NEUSTADT, P.C.

Marvin J. Spivak

Registration No. 24,913

Surinder Sachar

Registration No. 34,423

Customer Number

22850

Tel. (703) 413-3000  
Fax. (703) 413-2220  
(OSMMN 05/03)

CERTIFIED COPY OF  
PRIORITY DOCUMENT

101810,633

日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日      2 0 0 3 年   3 月 2 8 日  
Date of Application:

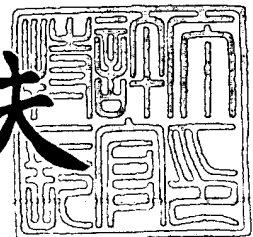
出 願 番 号      特 願 2 0 0 3 - 0 9 1 8 7 8  
Application Number:  
[ST. 10/C]:      [J P 2 0 0 3 - 0 9 1 8 7 8]

出      願      人      東京エレクトロン株式会社  
Applicant(s):

2 0 0 4 年   3 月 1 8 日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

今 井 康 夫



【書類名】 特許願

【整理番号】 JP032073

【あて先】 特許庁長官 太田 信一郎 殿

【国際特許分類】 H01L 21/30

【発明者】

【住所又は居所】 東京都港区赤坂五丁目 3 番 6 号 T B S 放送センター  
東京エレクトロン株式会社内

【氏名】 光岡 一行

【発明者】

【住所又は居所】 東京都港区赤坂五丁目 3 番 6 号 T B S 放送センター  
東京エレクトロン株式会社内

【氏名】 本多 稔

【発明者】

【住所又は居所】 東京都港区赤坂五丁目 3 番 6 号 T B S 放送センター  
東京エレクトロン株式会社内

【氏名】 康 松潤

【発明者】

【住所又は居所】 東京都港区赤坂五丁目 3 番 6 号 T B S 放送センター  
東京エレクトロン株式会社内

【氏名】 斎藤 祐介

【特許出願人】

【識別番号】 000219967

【氏名又は名称】 東京エレクトロン株式会社

【代表者】 東 哲郎

【代理人】

【識別番号】 100096910

【弁理士】

【氏名又は名称】 小原 肇

【電話番号】 045(476)5454

## 【手数料の表示】

【予納台帳番号】 064828

【納付金額】 21,000円

## 【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9203553

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 電子ビーム処理方法及び電子ビーム処理装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 電子ビームを用いて被処理体の表面に形成された有機材料膜を処理する方法において、炭化水素ラジカル生成ガスを介して上記有機材料膜に上記電子ビームを照射することを特徴とする電子ビーム処理方法。

【請求項 2】 上記炭化水素ラジカル生成ガスは低分子量炭化水素系ガスであることを特徴とする請求項 1 に記載の電子ビーム処理方法。

【請求項 3】 上記低分子量炭化水素系ガスの分圧を 0.01 Torr 以上に設定することを特徴とする請求項 2 に記載の電子ビーム処理方法。

【請求項 4】 上記低分子量炭化水素系ガスとしてメタンガスを用いることを特徴とする請求項 2 または請求項 3 に記載の電子ビーム処理方法。

【請求項 5】 上記有機材料膜が低誘電率膜であることを特徴とする請求項 1～請求項 4 のいずれか 1 項に記載の電子ビーム処理方法。

【請求項 6】 上記有機材料膜が有機珪素化合物からなることを特徴とする請求項 1～請求項 5 のいずれか 1 項に記載の電子ビーム処理方法。

【請求項 7】 気密構造の処理容器と、この処理容器内に配置され且つ被処理体を載置する載置台と、この載置台の上方に配置された複数の電子ビーム管と、上記処理容器内に炭化水素ラジカル生成ガスを供給するガス供給手段と、上記処理容器内を減圧する減圧手段と、これらを制御する制御手段とを、備え、上記制御手段の制御下で、上記被処理体の表面に形成された有機材料膜に上記電子ビームを照射することを特徴とする電子ビーム処理装置。

【請求項 8】 上記炭化水素ラジカル生成ガスとして低分子量炭化水素系ガスを上記処理容器内に供給することを特徴とする請求項 7 に記載の電子ビーム処理装置。

【請求項 9】 上記低分子量炭化水素系ガスの分圧を 0.01 Torr 以上に設定する手段を有することを特徴とする請求項 8 に記載の電子ビーム処理装置。

【請求項 10】 上記低分子量炭化水素系ガスとしてメタンガスを供給する

手段を有することを特徴とする請求項 8 または請求項 9 に記載の電子ビーム処理装置。

【請求項 11】 上記有機材料膜が低誘電率膜からなることを特徴とする請求項 7～請求項 10 のいずれか 1 項に記載の電子ビーム処理装置。

【請求項 12】 上記有機材料膜が有機珪素化合物であることを特徴とする請求項 7～請求項 11 のいずれか 1 項に記載の電子ビーム処理装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】

本発明は、電子ビームを用いて層間絶縁膜等の有機材料膜を改質する電子ビーム処理方法及び電子ビーム処理装置に関する。

【0002】

【従来の技術】

半導体装置の高集積化及び高速化に伴い、配線構造が微細化し、配線間の電容量の低減が益々重要になって来ている。そこで、層間絶縁膜として低誘電率の有機材料が Low-k 膜材として開発されている。しかしながら、Low-k 膜材は、層間絶縁膜として要求される機械的強度に劣るため、最近では電子ビームを用いて有機材料膜の機械的強度を改善する方法が種々提案されている。例えば、特許文献 1 には酸化性ガスまたは還元性ガス雰囲気下で電子ビームを照射してレジスト膜や反射防止膜等の有機材料膜の炭化反応を促進して膜質を改善するキュア方法が提案されている。また、特許文献 2 には酸素、アルゴン (Ar)、窒素 (N<sub>2</sub>)、ヘリウム (He) 及びこれらの混合物の存在下で電子ビームを照射して誘電物質を硬化させ、低誘電率の有機材料膜に耐熱性やプラズマ耐性の膜質を向上させるキュア方法が提案されている。

【0003】

【特許文献 1】

特開 2000-221699 号公報 (段落 [0015]、[0016] 及び [020])

【特許文献 2】

特表平 11-506872 号公報（特許請求の範囲 1、6 及び発明の背景）

【0004】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、特許文献 1、2 において提案されているキュア方法の場合には、いずれも電子ビームによって有機材料膜の表面層部を硬化させて機械的強度を改善することはできるが、有機材料膜の表面層部分の  $k$  値が悪化したり、有機材料を構成するメチル基が分解してウエット洗浄時の耐薬品性が低下するなどの課題があった。

【0005】

本発明は、上記課題を解決するためになされたもので、絶縁膜の  $k$  値の悪化や耐薬品性の低下を抑制することができる電子ビーム処理方法及び電子ビーム処理装置を提案することを目的としている。

【0006】

【課題を解決するための手段】

本発明の請求項 1 に記載の電子ビーム処理方法は、電子ビームを用いて被処理体の表面に形成された有機材料膜を処理する方法において、炭化水素ラジカル生成ガスを介して上記有機材料膜に上記電子ビームを照射することを特徴とするものである。

【0007】

また、本発明の請求項 2 に記載の電子ビーム処理方法は、請求項 1 に記載の発明において、上記炭化水素ラジカル生成ガスは低分子量炭化水素系ガスであることを特徴とするものである。

【0008】

また、本発明の請求項 3 に記載の電子ビーム処理方法は、請求項 2 に記載の発明において、上記低分子量炭化水素系ガスの分圧を  $0.01 \text{ Torr}$  以上に設定することを特徴とするものである。

【0009】

また、本発明の請求項 4 に記載の電子ビーム処理方法は、請求項 2 または請求項 3 に記載の発明において、上記低分子量炭化水素系ガスとしてメタンガスを用

いることを特徴とするものである。

【0010】

また、本発明の請求項5に記載の電子ビーム処理方法は、請求項1～請求項4のいずれか1項に記載の発明において、上記有機材料膜が低誘電率膜であることを特徴とするものである。

【0011】

また、本発明の請求項6に記載の電子ビーム処理方法は、請求項1～請求項5のいずれか1項に記載の発明において、上記有機材料膜が有機珪素化合物からなることを特徴とするものである。

【0012】

また、本発明の請求項7に記載の電子ビーム処理装置は、気密構造の処理容器と、この処理容器内に配置され且つ被処理体を載置する載置台と、この載置台の上方に配置された複数の電子ビーム管と、上記処理容器内に炭化水素ラジカル生成ガスを供給するガス供給手段と、上記処理容器内を減圧する減圧手段と、これらを制御する制御手段とを、備え、上記制御手段の制御下で、上記被処理体の表面に形成された有機材料膜に上記電子ビームを照射することを特徴とするものである。

【0013】

また、本発明の請求項8に記載の電子ビーム処理装置は、請求項7に記載の発明において、上記炭化水素ラジカル生成ガスとして低分子量炭化水素系ガスを上記処理容器内に供給することを特徴とするものである。

【0014】

また、本発明の請求項9に記載の電子ビーム処理装置は、請求項8に記載の発明において、上記低分子量炭化水素系ガスの分圧を0.01 Torr以上に設定する手段を有することを特徴とするものである。

【0015】

また、本発明の請求項10に記載の電子ビーム処理装置は、請求項8または請求項9に記載の発明において、上記低分子量炭化水素系ガスとしてメタンガスを供給する手段を有することを特徴とするものである。



**【0016】**

また、本発明の請求項 11 に記載の電子ビーム処理装置は、請求項 7 ～請求項 10 のいずれか 1 項に記載の発明において、上記有機材料膜が低誘電率膜からなることを特徴とするものである。

**【0017】**

また、本発明の請求項 12 に記載の電子ビーム処理装置は、請求項 7 ～請求項 11 のいずれか 1 項に記載の発明において、上記有機材料膜が有機珪素化合物であることを特徴とするものである。

**【0018】****【発明の実施の形態】**

以下、図 1 ～図 6 に示す実施形態に基づいて本発明を説明する。

まず、本実施形態の処理装置 1 は、例えば図 1 に示すように、アルミニウム等によって減圧可能に形成された処理容器 2 と、この処理容器 2 内の底面中央に配設され且つ被処理体（ウエハ）W を載置する載置台 3 と、この載置台 3 と対向する処理容器 2 の上面に同心円状に配列して取り付けられた複数（例えば、19 本）の電子ビーム管 4 とを備え、制御装置（図示せず）の制御下で各電子ビーム管 4 から載置台 3 上のウエハ W 全面に電子ビームを照射してウエハ W 表面に形成された塗布型絶縁膜（以下、「SOD 膜」と称す。）の膜質を改質する。以下では、必要に応じて電子ビームによる改質を EB キュアと称する。

**【0019】**

また、上記載置台 3 の下面には昇降機構 5 が連結され、昇降機構 5 のボールネジ 5 A を介して載置台 3 が昇降する。載置台 3 の下面と処理容器 2 の底面は伸縮自在なステンレス製のベローズ 6 によって連結され、ベローズ 6 によって処理容器 2 内の気密を保持している。また、処理容器 2 の周面にはウエハ W の搬出入口 2 A が形成され、この搬出入口 2 A にはゲートバルブ 7 が開閉可能に取り付けられている。更に、処理容器 2 には搬出入口 2 A の上方に位置するガス供給口 2 B が形成され、処理容器 2 の底面にはガス排気口 2 C が形成されている。そして、ガス供給口 2 B にはガス供給管 8 を介してガス供給源 9 が接続され、またガス排気口 2 C にはガス排気管 10 を介して真空排気装置（図示せず）が接続されてい

る。ガス供給管 8 にはマスフローコントローラ 11 及びバルブ 12 が取り付けられ、これら両者を介して所定の流量でガス供給源 9 の原料ガスを処理容器 2 内へ供給する。尚、図 1 において、13 はベローズカバーである。

#### 【0020】

上記載置台 3 は上面にヒータ 3A を有し、このヒータ 3A を介してウエハ W を所望の温度まで加熱する。19 本の電子ビーム管 4 は、例えば図 2 に示すように、処理容器 2 上面の中心に配置された 1 本の電子ビーム管 4 と、この電子ビーム管 4 の周りに配置された 6 本の電子ビーム管 4 と、これらの電子ビーム管 4 の周りに配置された 12 本の電子ビーム管 4 とから構成されている。電子ビーム管 4 は、処理容器 2 内に配置された電子ビームの透過窓を有し、気密構造になっている。この透過窓は例えば透明石英ガラスによって形成されている。この透過窓の下方にはグリッド状の検出機構 4A が対向配置され、この検出機構 4A に衝突する電子に基づいてドーズ量を検出し、検出信号が制御装置に入力する。制御装置は検出機構 4A の検出信号に基づいて同心円状に配置された 19 本の電子ビーム管 4 を制御する。

#### 【0021】

而して、本実施形態に用いられる SOD 膜を形成する有機材料としては、例えば誘電率が石英の誘電率（約 4）より低い Low-k 材が用いられる。Low-k 材は、珪素（Si）、炭素（C）、水素（H）、酸素（O）を含む有機材料を用いることができる。このような有機材料としては、例えば、ポリオルガノシロキサン架橋ベンゾシクロブテン樹脂（BCB）やダウケミカル社製の SiLK（商品名）、FLARE（商品名）等のポリアリレンエーテル樹脂（PAE）、メチルシルセスキオキサン（MSQ）等の有機ポリシロキサン樹脂等を挙げることができる。MSQ 系の有機材料としては、例えば、ジェイエスアール社製の LKD 等を挙げることができる。この SOD 膜は電子ビームの照射により有機化合物が活性化されて化学結合の開裂を起こし、メチルラジカル等の炭化水素ラジカル等を生成する。この開裂反応は化学平衡に達するまで進行する。本実施形態ではこの開裂に基づく SOD 膜表面のメチル基の離脱を抑制するために後述の低分子量炭化水素系ガスが用いられる。

## 【0022】

低分子量炭化水素系ガスは、処理容器2内で電子ビームの照射によりプラズマ化してメチルラジカル、エチルラジカル等の炭化水素ラジカルを生成し、有機材料膜からの炭化水素ラジカル等の生成を抑制するものであれば良い。このような低分子量炭化水素系ガスとしては、例えばメタン、エタン、プロパン等の炭素数3以下の低分子量炭化水素ガスが好ましく用いられ、ハロゲン等の置換基を有する低分子量炭化水素ガス等も用いることができる。また、ヘキサメチルジシラザン（HMDS）のようなアルキル基を有するケイ素化合物を用いることができる。電子ビームの照射により生成した炭化水素ラジカルは、SOD膜表面からのメチル基等の炭化水素基の離脱を抑制することができる。その結果、SOD膜表面の接触角の低下を抑制して耐薬品性を向上させ、k値の上昇を抑制する等の効果が得られる。

## 【0023】

次に、上記電子ビーム処理装置1を用いた本発明の電子ビーム処理方法の一実施形態について説明する。本実施形態では、例えばウエハW表面の配線膜層上に形成されたSOD膜を改質してSOD膜表面の接触角の低下を抑制すると共にk値の悪化を抑制する。

## 【0024】

本実施形態の処理方法を実施する場合には、例えばSOD膜が塗布されたウエハWを搬送機構のアーム（図示せず）を介して電子ビーム処理装置1まで搬送すると、ゲートバルブ7を開き、搬送機構のアームが搬出入口2AからウエハWを処理容器2内へ搬送し、処理容器2内で待機する載置台3上にウエハWを引き渡す。次いで、搬送機構のアームが処理容器2から退避し、ゲートバルブ7を閉じ、処理容器2内を気密状態にする。この間に昇降機構5を介して載置台3が上昇し、ウエハWと電子ビーム管4との間隔を所定距離に保つ。

## 【0025】

然る後、真空排気装置を介して処理容器2内の空気を排気すると共にガス供給源9から処理容器2内へ低分子量炭化水素系ガス（例えば、メタンガス）を供給し、処理容器2内の空気をメタンガスで置換し、処理容器2内のメタンガスを所

定の圧力に設定する。この際、載置台 3 のヒータ 3 A が作動してウエハ W を加熱し、所定の温度に設定する。この状態で全ての電子ビーム管 4 に所定の電圧を印加し、各電子ビーム管 4 からウエハ W 表面の S O D 膜に向けて電子ビームを照射する。

#### 【0026】

電子ビームは、ウエハ W 表面に到達するまでにメタンガスをプラズマ化してメチルラジカルを生じさせる。また、残余の電子ビームは、ウエハ W に直接到達して S O D 膜を形成する M S Q に活性化エネルギーを付与して架橋反応等により収縮させて S O D 膜を硬化させると共に S O D 膜の表面で M S Q を部分的に開裂させてメチルラジカル等を生成させる。この際、処理容器 2 内にはメタンガスから生成したメチルラジカルが含まれているため、S O D 膜表面からのメチルラジカルの離脱を抑制し、S O D 膜表面の疎水性の低下、延いては洗浄耐性等の耐薬品性の低下を抑制することができる。また、電子ビームは上述のように S O D 膜に直接入射しても S O D 膜の k 値を悪化をさせるほどではない。

#### 【0027】

処理容器 2 内のメタンガスの分圧は、例えば、0.01 T o r r 以上に設定することが好ましく、0.1 ~ 1 T o r r に設定することがより好ましい。メタンガス分圧が 0.01 T o r r 未満では電子ビームが透過し易く、換言すれば電子ビームによってメタンガスをプラズマ化し難く、S O D 膜の k 値の悪化が進行して好ましくない。また、メタンガスの圧力が高すぎると、電子ビームとメタンとが衝突し易く、衝突時にエネルギーを喪失し、ウエハ W に入射する電子ビームが激減し、S O D 膜の E B キュアを効果的に行なうことができなくなる虞がある。また、ウエハ W の加熱温度は、例えば 200 ~ 400 °C が好ましい。ウエハ W の温度が低すぎると E B キュアが不十分になり、十分な膜強度が得られない。また、ウエハ W の温度が高すぎると S O D 膜の k 値が悪化する虞がある。

#### 【0028】

以上説明したように本実施形態によれば、メタンガス雰囲気下でウエハ W 表面の S O D 膜に電子ビームを照射するようにしたため、電子ビームの照射によりメタンガスからメチルラジカルを生成し、このメチルラジカルが S O D 膜からメチ

ル基の離脱を抑制してSOD膜の耐薬品性の低下を抑制する一方、電子ビームの照射によりSOD膜のEBキュアを行なうことができる。

#### 【0029】

また、本実施形態によれば、メタンガスの分圧を0.01 Torr以上に設定するため、SOD膜のk値の悪化や耐薬品性の低下をより確実に抑制することができる。また、SOD膜としてMSQを用いると共に炭化水素ガスとしてメタンガスを用いるため、SOD膜からのメチル基の離脱をより確実に抑制することができる。

#### 【0030】

##### 【実施例】

次に、図3～図5に示すグラフを参照しながら本発明の具体的な実施例について説明する。下記の各実施例では電子ビーム管として透過窓の透明石英ガラスの膜厚が3  $\mu$ mのものを使用し、また、透明性石英ガラスとウエハの間隔は75 mmに設定したものを使用した。

#### 【0031】

##### 実施例1

本実施例では5000オングストロームの膜厚で塗布されたMSQ系のSOD膜が形成されたウエハを準備する。そして、電子ビーム処理装置1を用いて下記のプロセス条件、つまりメタンガス雰囲気下でウエハを処理し、2分毎にサンプリングしてSOD膜のk値及び接触角を測定し、処理時間とSOD膜のk値との関係、及び処理時間とSOD膜表面の接触角との関係について調べた。これらの測定結果を図3及び図4の(a)に示した。尚、SOD膜はLKD5109（ジェイエスアール社製）によって形成されたものである。

#### 【0032】

##### 〔プロセス条件〕

印加電圧：21 kV

印加電流：250  $\mu$ A

メタンガス流量：100 sccm（メタンガス分圧＝0.34 Torr）

Arガス流量：2900 sccm

ガス圧力: 10 Torr

ウェハ温度: 350℃

### 【0033】

#### 比較例 1

本比較例ではメタンガスに代えてArガスのみを用いた以外は実施例1のプロセス条件と同一の条件でウェハを処理し、実施例1の場合と同様に処理時間とSOD膜のk値との関係、及び処理時間とSOD膜表面の接触角との関係について調べ、これらの測定結果を図3及び図4の(b)に示した。

### 【0034】

図3に示す結果によれば、メタンガスを添加した本実施例1の場合には処理時間が480秒以上の長い場合に、Arガスを添加した比較例1よりk値が小さく、k値の悪化を抑制できることが判った。また、図4の(a)、(b)に示す結果によれば、メタンガスを添加した実施例1の場合にはArガスを添加した比較例1の場合と比較して接触角の低下率が小さいことが判った。このことからメタンガスの雰囲気下でSOD膜をEBキュアすることによりSOD膜表面からメチル基の離脱を抑制することができ、k値を悪化させることなく耐洗浄性等の耐薬品性の低下を抑制できることが判った。

### 【0035】

#### 実施例 2

本実施例では膜厚を異にするSOD膜表面でのメチル基の含有率の変化を観た。5000オングストロームの膜厚で塗布されたMSQ系のSOD膜が形成されたウェハと、1000オングストロームのSOD膜が形成されたウェハの2種類を準備する。そして、実施例1と同一の条件で2種類のウェハを処理し、2分毎にサンプリングしたSOD膜のSi-CH<sub>3</sub>とSi-Oの赤外線吸収量をフーリエ変換赤外分光法(FT-IR)によって2分毎に測定した。これらの吸収量からSi-CH<sub>3</sub>/Si-Oの比率をSOD膜のメチル基の含有率として求め、この結果を図5の(a)に示した。

### 【0036】

#### 比較例 2

本比較例では比較例 1 と同一の条件で上述の 2 種類のウエハを処理し、実施例 2 と同様にメチル基の含有率を求め、この結果を図 5 の (b) に示した。

#### 【0037】

図 5 の (a)、(b) に示す結果よれば、SOD 膜の膜厚が 5000 オングストロームと厚い場合には、メチル基の含有率は、実施例 2、比較例 2 共に同一傾向でメチル基が減少し、メタンガス添加による効果が認められない。これに対して、膜厚が 1/5 の 1000 オングストロームの SOD 膜の結果によれば、SOD 膜表面でのメチル基の含有率変化が現れ、メタンガスを添加した実施例 2 の場合には Ar ガスを添加した比較例 2 によりもメチル基の減少率が小さく、メタンガスのプラズマ中のメチル基が SOD 膜からのメチル基の離脱を抑制していることが判る。SOD の膜厚が厚い場合にメタンガス添加の効果が認められない原因は、FT-IR が SOD 膜の厚さ方向全体での赤外線吸収量を測定するため、SOD 膜表面でのメチル基の含有率が変化していても SOD 膜全体のメチル基の含有率が高く、SOD 膜表面での含有率変化を反映し難いことによるものと考えられる。

#### 【0038】

尚、本発明は上記実施形態に何等制限されるものではなく、本発明の要旨を逸脱しない限り、本発明に包含される。例えば、処理容器に添加するガスはメタンガスに制限されるものではなく、炭化水素ラジカル生成ガスであれば、低分子量炭化水素系ガス、例えばエタン、プロパンあるいはハロゲン等の置換基を有する低分子量炭化水素ガス、あるいはヘキサメチルジシラザン (HMDS) 等のアルキル基を有するケイ素化合物であっても良い。また、上記実施形態では塗布型絶縁膜 (SOD 膜) を有するウエハにメタンガスをを用いてキュアする場合について説明したが、CVD により形成された膜の場合にも適用することができる。また、上述のガスを介して被処理体に対して電子ビームを照射することにより、被処理体の表面に有機膜を形成することができる。

#### 【0039】

##### 【発明の効果】

本発明の請求項 1 ～請求項 12 に記載の発明によれば、絶縁膜の k 値の悪化や

耐薬品性の低下を抑制することができる電子ビーム処理方法及び電子ビーム処理装置を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本発明の電子ビーム処理装置の一実施形態を示す構成図である。

【図 2】

図 1 に示す電子ビーム処理装置の電子ビーム管の配列の一例を示す平面図である。

【図 3】

本発明の電子ビーム処理方法の一実施例の結果を比較例の結果と一緒に示すグラフで、電子ビームの照射時間と  $k$  値との関係を示すグラフである。

【図 4】

本発明の電子ビーム処理方法の一実施例の結果を比較例の結果と一緒に示すグラフで、電子ビームの照射時間と接触角との関係を示すグラフである。

【図 5】

本発明の電子ビーム処理方法の一実施例と比較例の結果を示すグラフで、(a) は本実施例の電子ビーム照射時間とメチル基の含有率との関係を示すグラフ、(b) は比較例の電子ビーム照射時間とメチル基の含有率との関係を示すグラフである。

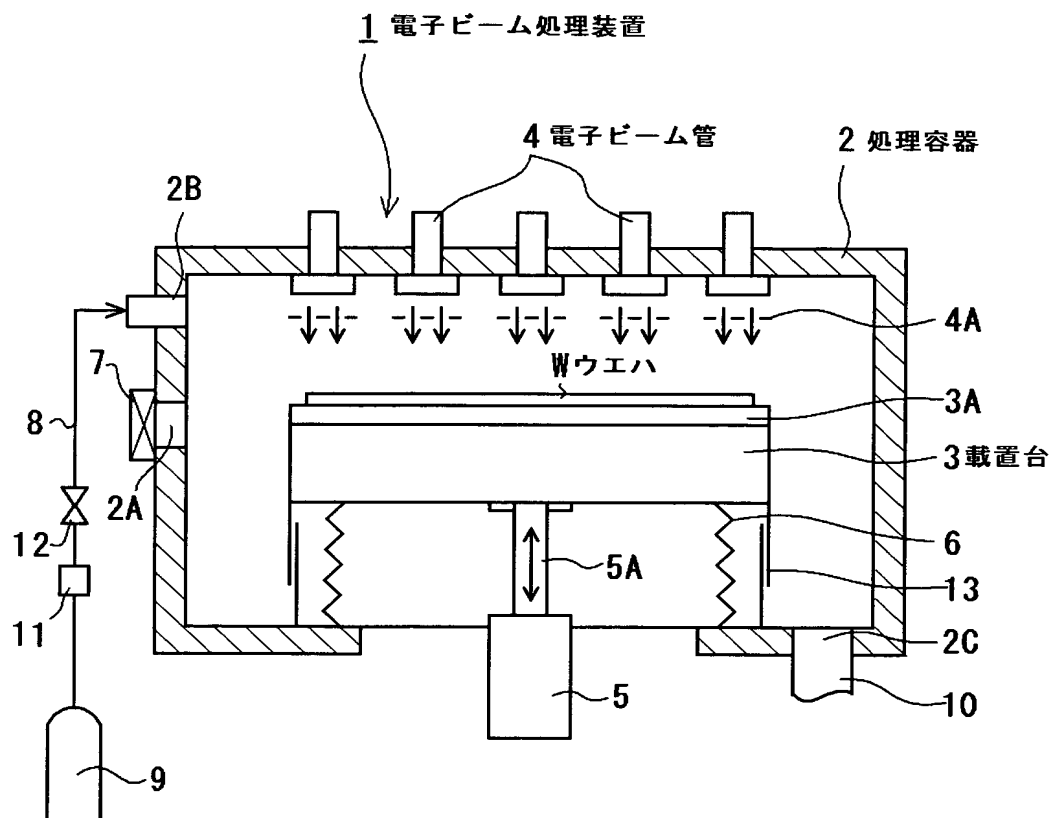
【符号の説明】

- 1 電子ビーム処理装置
- 2 処理容器
- 3 載置台
- 4 電子ビーム管
- B 電子ビーム
- W ウエハ (被処理体)

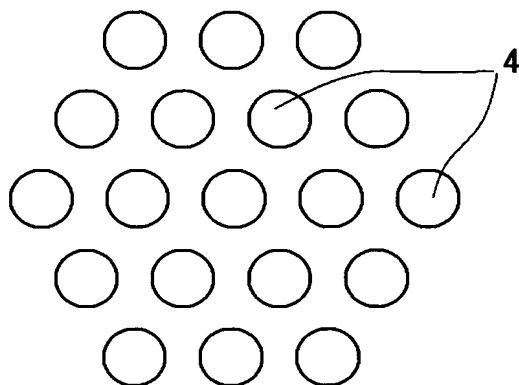


【書類名】 図面

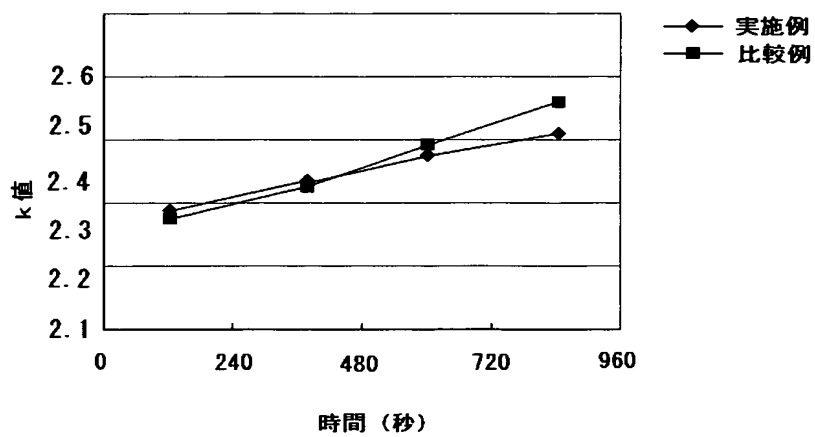
【図 1】



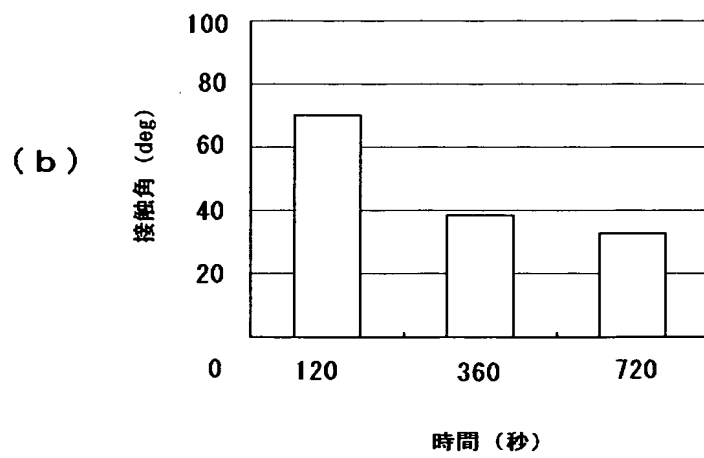
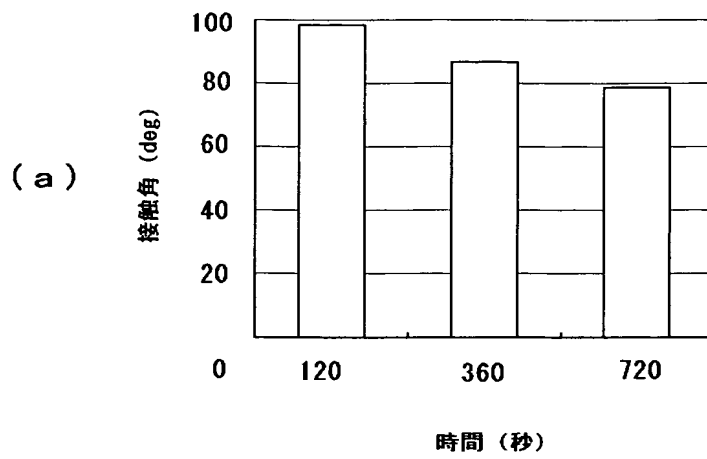
【図 2】



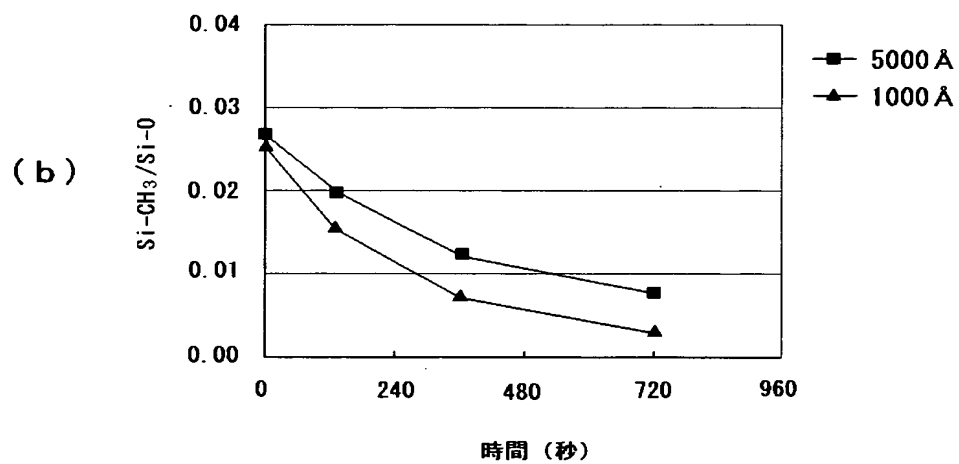
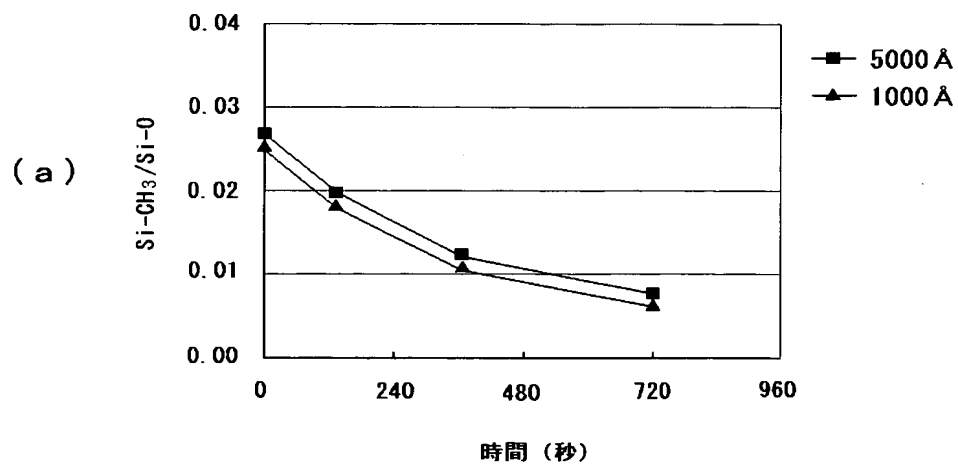
【図 3】



【図 4】



【図 5】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 特許文献 1、2 において提案されているキュア方法の場合には、いずれも電子ビームによって有機材料膜の表面層部を硬化させて機械的強度を改善することはできるが、電子ビームによって有機材料膜の表面層部を硬化させて機械的強度を改善することはできるが、有機材料膜の  $k$  値が悪化したり、有機材料を構成するメチル基が分解してウエット洗浄時の耐薬品性が低下する。

【解決手段】 本発明の電子ビーム処理方法は、電子ビームを用いてウエハの表面に形成された SOD 膜を処理する方法において、メタンガスを介して SOD 膜に電子ビームを照射する。

【選択図】 図 4

認定・付加情報

特許出願の番号	特願 2 0 0 3 - 0 9 1 8 7 8
受付番号	5 0 3 0 0 5 1 9 7 8 8
書類名	特許願
担当官	第五担当上席 0 0 9 4
作成日	平成 1 5 年 4 月 1 7 日

< 認定情報・付加情報 >

【提出日】	平成15年 3月28日
-------	-------------

次頁無

特願 2 0 0 3 - 0 9 1 8 7 8

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [ 0 0 0 2 1 9 9 6 7 ]

1. 変更年月日 1 9 9 4 年 9 月 5 日  
[変更理由] 住所変更  
住 所 東京都港区赤坂 5 丁目 3 番 6 号  
氏 名 東京エレクトロン株式会社
2. 変更年月日 2 0 0 3 年 4 月 2 日  
[変更理由] 住所変更  
住 所 東京都港区赤坂五丁目 3 番 6 号  
氏 名 東京エレクトロン株式会社